Université Cadi Ayyad
Faculté des Sciences Semlalia
Département de Physique Marrakech

Année universitaire 2009/2010
Filières : SMPC et SMA S1
Module : Physique 1
Demi module : Thermodynamique

TD de thermodynamique
Série 3

Exercice 1 :

Au cours d'une transformation réversible élémentaire d'un corps pur sous une seule phase, la quantité de chaleur élémentaire s'exprime par :

$$\delta Q = C_V dT + l dV,$$
$$\delta Q = C_P dT + h dP$$

1) En raisonnant successivement à pression constante ou à volume constant, trouver les expressions de l et h en fonction de $C_P - C_V$, et des dérivées partielles de T(P,V).

2) Dans le cas du gaz parfait, retrouver les expressions de l et de h.

3) En variables T et V pour un gaz parfait, vérifier que δQ n'est pas une différentielle totale exacte. Qu'en est-il de la quantité $\frac{\delta Q}{T}$?

Exercice 2 :

Deux liquides L_1 et L_2 de température T_1 et T_2 respectivement ($T_1 > T_2$), sont isolés du milieu extérieur et mis en contact thermique. On désigne par C_1 la capacité calorifique de L_1 et par C_2 la capacité calorifique de L_2.

1) Déterminer la température d'équilibre Te.

2) Dans le cas où les deux liquides sont identiques de capacité calorifique $C_1 = C_2 = C$

a) Déterminer la variation d'entropie ΔS_1 de L_1.

b) Déterminer la variation d'entropie ΔS_2 de L_2.

c) Déterminer la variation d'entropie de l'univers ΔS .

d) Vérifier le second principe.

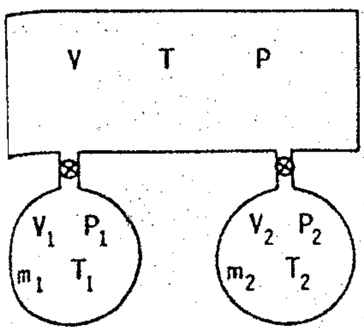
Exercice 3 :

Une enceinte de volume V, peut être mise en communication avec deux réservoirs de volumes V_1 et V_2 (voir figure). L'ensemble est isolé thermiquement et mécaniquement. Initialement, la pression dans l'enceinte est nulle, elle vaut P_1 et P_2 dans les réservoirs 1 et 2 qui renferment m_1 et m_2 grammes de gaz aux températures T_1 et T_2. Les gaz sont parfaits et identiques.

1) $T_1 = T_2$, on établit les communications avec l'enceinte. Calculer : les variations d'énergie interne, de température, des deux gaz entre ces deux états d'équilibre.

2) Calculer la variation d'entropie du système.

3) Quel est le travail non récupéré au cours de cette transformation ?



Exercice 4 :

Une masse d'air que l'on assimilera à un gaz parfait est utilisée comme fluide d'une machine thermique et décrit le cycle suivant : la masse d'air de volume V_A prise à la pression P_1 et à la température T_A est comprimée d'une façon adiabatique et réversible jusqu'à la pression P_2, ce qui la porte, de ce fait, à la température T_B et au volume V_B. Suite à un apport de chaleur à pression constante P_2, sa température devient T_C et son volume V_C. Une détente adiabatique réversible, la ramène à la pression P_1, mais à la température T_D et au volume V_D. Le retour à l'état initial se fait à pression constante.

1) Représenter ce cycle dans le diagramme (P,V). Calculer le rendement de ce cycle en fonction de P_1 et P_2 en supposant que la capacité calorifique de l'air est indépendante de la température.

On donne P_1= 1 atm, P_2= 5 atm et $\gamma = \frac{7}{5}$.

2) Calculer l'entropie reçue par une mole d'air qui passe de T_B à T_C et la comparer à celle du passage de cette mole de T_D à T_A.

3) Tracer le diagramme entropique (T,S) du cycle décrit par cette mole d'air en prenant T_A = 283 K, T_C = 565 K et C_p = 7 cal/mol. Que représente une quantité de chaleur dans ce diagramme ? En déduire les quantités de chaleur prises à la source chaude et cédée à la source froide. Retrouver la valeur du rendement.

BOUKHARROUB
Hicham

Thermodynamique.

Groupe : 5
SMP / S1

série N°3

Exercice 3

gaz 1 (m_1) enciente (1) P_1, V_1, T_1 $\longrightarrow$ T, P, V état final $\longleftarrow$ gaz 2 (m_2) enciente (2) $P_2, V_2, T_2 = T_1$

1/ la variation d'energie interne de chacun des gaz

* pour le gaz (1)

enciente (1) P_1, V_1, T_1 $\longrightarrow$ état final P_f, V_f, T_f

on a $\Delta U_1 = C_v (T_f - T_1)$

avec $c_v = \dfrac{C_v}{m_1} \Rightarrow C_v = m_1 c_v$

c_v : la chaleur massique du gaz

$\Rightarrow \Delta U_1 = m_1 c_v (T_f - T_1)$

* pour le gaz (2)

enciente (2) $P_2, V_2, T_2 = T_1$ $\longrightarrow$ état final P_f, V_f, T_f

on a $dU_2 = C_v \, dT$

$\Delta U_2 = m_2 c_v (T_f - T_2)$

avec $T_1 = T_2$

$\Rightarrow \Delta U_2 = m_2 c_v (T_f - T_1)$

✔ la température T_f

comme le système est isolé thermiquement et mécaniquement (pas de changement de l'énergie au milieu exterieur)

donc $\Delta U = 0 \Rightarrow \Delta U_1 + \Delta U_2 = 0$

$$\Rightarrow m_1 c_v (T_f - T_1) + m_2 c_v (T_f - T_1) = 0$$

$$(m_1 + m_2) C_v (T_f - T_1) = 0$$

$$(m_1 + m_2) C_v \neq 0$$

$$\Rightarrow T_f - T_1 = 0 \Rightarrow \boxed{T_f = T_1}$$

le transformation est isotherme

2/

2/ la variation d'entropie du système :

- on suppose que le transformation est réversible
- le transformation isotherme

$$\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$$

$$dS_1 = \frac{\delta Q_1}{T_1} \quad \text{et} \quad dS_2 = \frac{\delta Q_2}{T_2}$$

$$\delta Q = \underbrace{C_v\,dT}_{=0 \text{ isotherme}} + p\,dV \quad \text{et} \quad P = \frac{nRT}{V}$$

et $n = \frac{m}{M}$

M : la masse molaire du gaz

dsq'c

$$dS_1 = \frac{m_1}{M} R T_1\, dV \quad \text{et} \quad dS_2 = \frac{m_2}{M} R T_1\, dV$$

$$\Delta S = \int_{V_1}^{V_f} dS_1 + \int_{V_2}^{V_f} dS_2 \quad \text{on } V_{final} = V_1 + V_2 + V = V_f$$

$$\Delta S = \frac{m_1}{M} R T_1 \ln \frac{V_f}{V_1} + \frac{m_2}{M} R T_1 \ln \frac{V_f}{V_2}$$

3/ Dans cette transformation les gaz auraient pu se détendre de V_1 et V_2 à V
Pour maintenir T constante il aurait fallu fournir une quantité de chaleur Q
Telle que :

tq $W + Q = \Delta U = 0 \Rightarrow W = -Q$

avec $Q = T \Delta S$

$$\Rightarrow \boxed{W = -T.\Delta S}$$